

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER

Serie Havundersøkelser

(Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations)

Vol. VII, No. 2

Published by the Director of Fisheries

Årsaker til rike
og fattige årganger av sild

Av

PEDER A. SOLEIM

With English Summary and figure-texts

1 9 4 2

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER

Serie Havundersøkelser

(Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations)

Vol. VII, No. 2

Published by the Director of Fisheries

Årsaker til rike
og fattige årganger av sild

Av

PEDER A. SOLEIM

With English Summary and figure-texts

1 9 4 2

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen

Våren 1941 ble der av fiskeridirektoratets sildeavdeling foretatt to tokter til vårsildfeltet. Det første tokt var rent hydrografisk. Ved avslutningen av toktet ble der skaffet levende sild i gytende tilstand og gjort en kunstig befruktning av eggene som derpå ble ført til Bergen og satt til utklekking i sildeavdelingens lokaler. Da havforskningsavdelingens fartøy »Johan Hjort« ikke kunne benyttes og der hersket mangel på fartøyer skyldes det elskverdighet fra fiskerikonsulent IVERSEN at toktene kunne komme istand. Han stillet sin motorkutter »Von« til disposisjon for toktene. Selv om båten var liten og ikke innredet for formålet, og dertil bare gjorde en fart av 5 knop, ble begge toktene gjennomført etter programmet. På det første tokt ble der til tross for at en hydrografstasjon som med »Johan Hjort« ikke ville tatt mer enn en halv time nå tok 2 timer og de mange vanskeligheter som krigssituasjonen la i veien, gjort alle de viktigste hydrografiske observasjoner mellom Bergen og Stavanger så langt ut som til Utsira. Hermed var kontinuiteten med foregående års undersøkelser reddet og en rekke viktige iakttakelser vunnet. På det annet tokt som startet da utklekkingen av sildeeggene vel var satt igang i Bergen, ble der inn-samlet et meget interessant planktonmateriale fra vårsildfeltet. Til sildeoppsynets folk i Haugesund som var til stor hjelp i dette såvel som tidligere år, ønsker jeg gjennom hr. oppsynssjef VIKSE å rette en varm takk. Likeså til mine arbeidskamerater gjennom mange år, FINN KJELLSTRUP-OLSEN og OLAV ÅSEN.

I 1940 ga forfatteren en foreløpig meddelelse om undersøkelsene: »Sildelarvene på vårsildfeltet«.

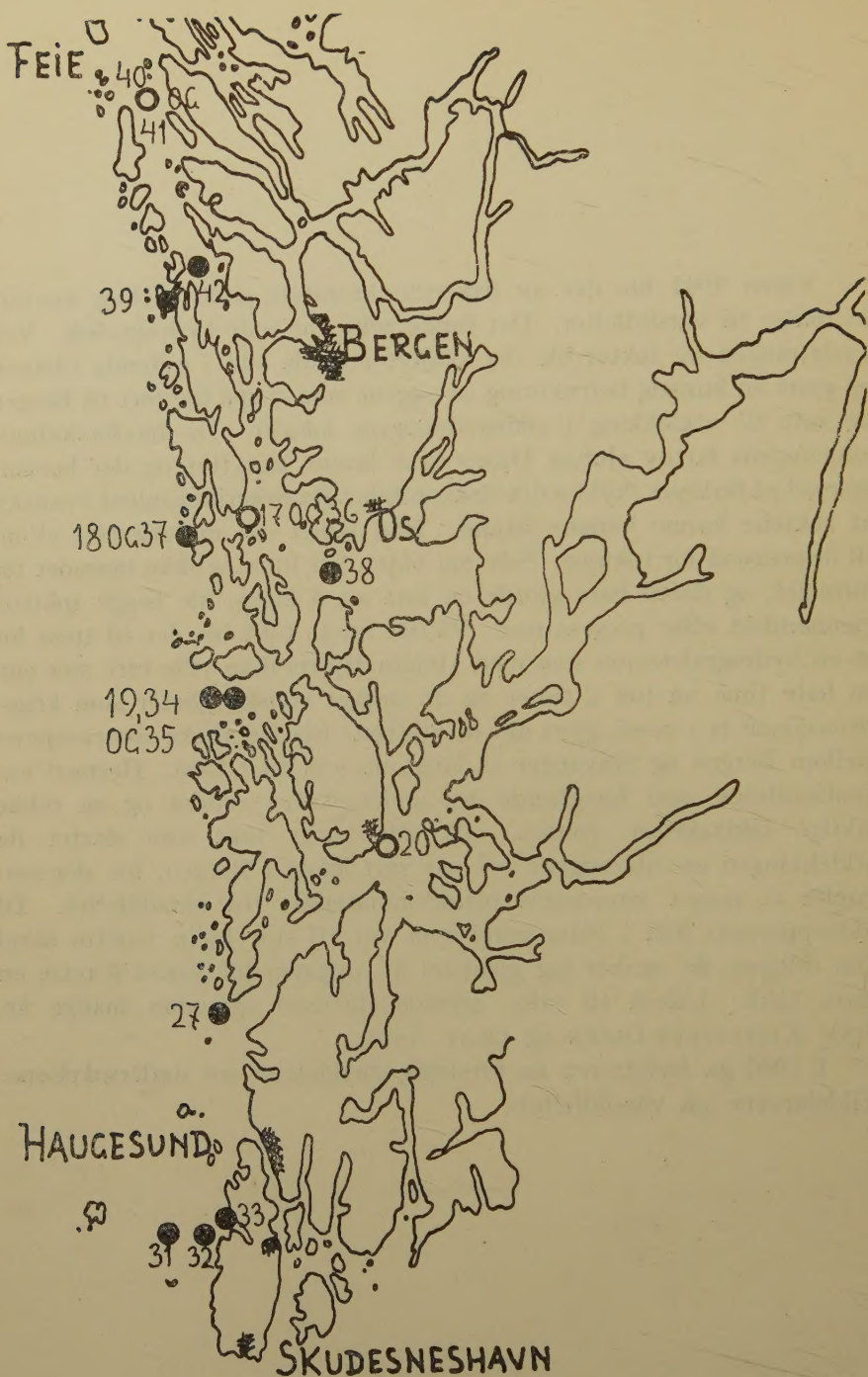


Fig. 1. Planktonstasjonenes beliggenhet. De med sort utfylte symboler betegner at sildelarver ble fanget på stedet.

Plankton stations, those yielding herring larvæ black.

I.

PLANKTONMATERIALET FRA »VON«S TOKT.

Planktonstasjonenes beliggenhet var stort sett som i 1939 og er angitt på kartskissen fig. 1. De med sort utfylte symboler betegner at sildelarver ble funnet på stedet. Følgende steder ble, som det sees av kartet, besøkt to ganger: stasjonene 40 og 41,17 og 36,18 og 37,34 og 35. Dette ble gjort for å få observasjoner fra samme sted både ved dag og natt. Da størsteparten av havforskningsavdelingens planktonhåver var gått tapt, fantes der til rådighet kun én håv, $\frac{8}{72}$ " (d. e. gaze nr. 8, diam. 72 cm) og en håv 0/100. Med disse håver ble der tatt vertikaltrekk så dypt som dybden tillot på hver stasjon, og dessuten et overflatetrekk med 0/100-håven i 5 min. med ca. 2 knobs fart.

Tabell 1 angir den samlede fangst av sildelarver på hver stasjon, dessuten datoen og larvenes lengdefordeling. Da den overveiende del av fangsten av sildelarver ble gjort innenfor et forholdsvis lite tidsrom og det ikke var anledning til å gjøre iakttakelser lengere tilhavs, fremgår ikke larvenes vekst i sjøen så tydelig av denne tabell som av den fra 1939. Men man ser dog den samme tendens: massen av sildelarver avtar ettersom man fjerner seg fra sildens gytefelter og lengden av larvene vokser. Fig. 2 viser en kartskisse over vårsildfeltet. De skraverte områder viser felter hvor silderogn er tatt opp fra bunnen i årene 1932—38 og som har vært mer eller mindre jevnt dekket med silderogn.

Planen for toktet var å søke å treffe opp i den store reduksjon av bestanden av sildelarver som både tidligere års undersøkelser av planktonmateriale og akvarieforsøk med sildelarver syntes å tyde på (Sildelarvene på vårsildfeltet. Fiskeridirektoratets skrifter. Vol. VI, nr. 4.) og som for vårsildfeltets vedkommende var beregnet til å ligge i tiden omkring 25. mars, for tidligere år.

På stasjon 27 som ligger like på en av vårsildas vanlige gytegrunner, var fangsten som det sees av tabellen, 456 larver. De fleste hadde blommesekken i behold og måtte altså være temmelig nyklekkete. Av eldre larver var det forholdsvis lite. Strømmen som i denne tid her setter nordover har ført dem med seg etterhvert. De eldre larver som fantes stammer sannsynligvis fra gytefeltene lenger sør. På stasjonene

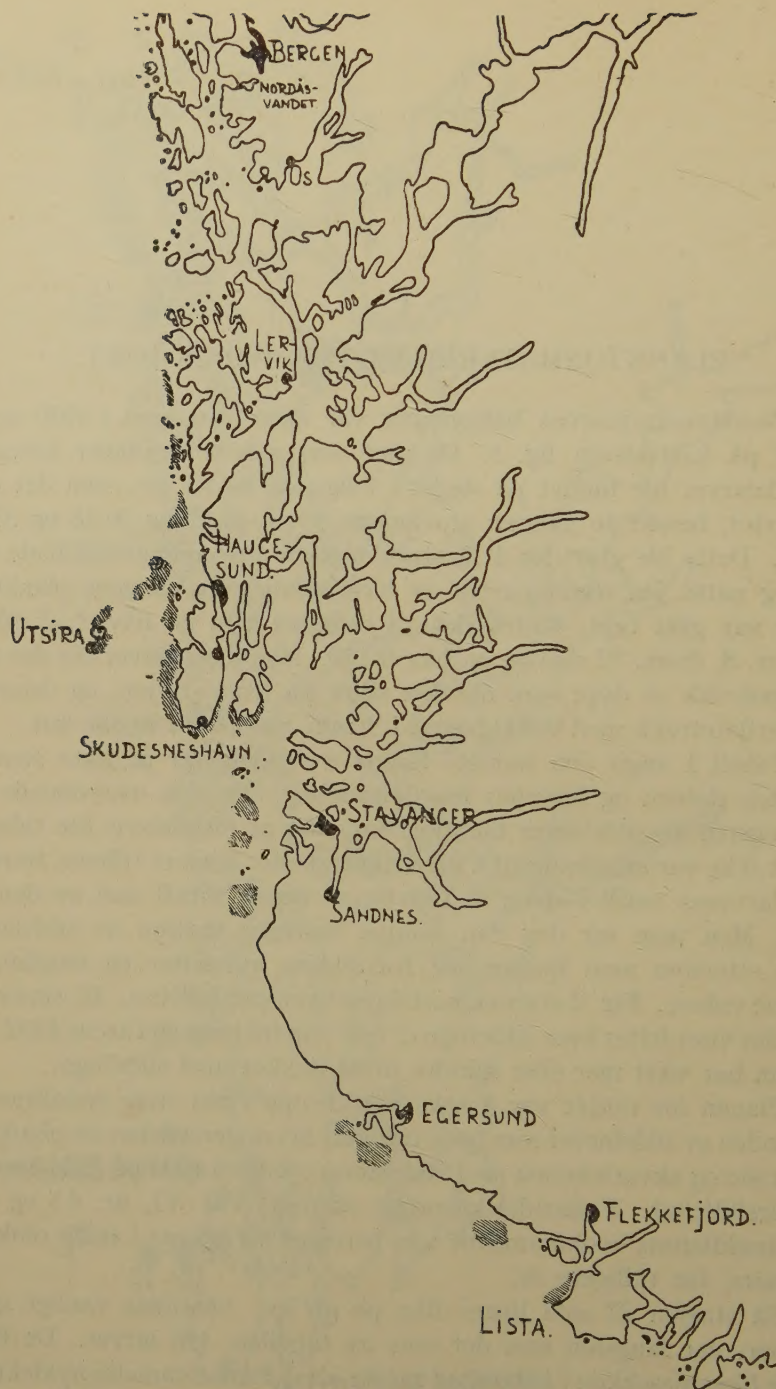


Fig. 2. Vårsildas gyteområde. De skraverte partier betegner at bunnen her har vært dekket av silderogn.

Spawning area of the Spring Herring.

Areas where herring roe has been found covering the ground indicated by shading.

31 og 32 fantes foruten levende larver såvel i vertikaltrekkene 50 m—0 m som i overflatetrekkene også atskillige larver som var kommet så langt i utvikling at de kunne sees å ha brukt opp blommesekken, men bar alle tegn på å være døde før fangsten. Noen av dem hadde vært døde så lenge at de var begynt å gå i oppløsning, og av noen fantes det bare hodet og litt slim tilbake av kroppen. Enda tydeligere kom dette forhold frem på stasjon 35 som ble tatt i solskinn midt på Selbjørnsfjorden. Her fantes i overflatetrekket med 0/100-håven ingen levende larver, men derimot ca. 100 døde og halvt oppløste sildelarver. I vertikaltrekket som også ble tatt med 0/100 håven fra 75 m til overflaten fantes foruten 49 larver som var i live hele 800 som var døde før fangsten og som tildels var gått i oppløsning. Alle larver som var såpass vel bevart at utviklingen kunne bestemmes, befant seg i omtrent samme utviklingsstadium, nemlig det hvor blommesekken nettopp er oppbrukt. De som lot seg måle var alle på litt under 11 mm.

Hovedformålet med toktet var forsåvidt nådd som det var lyktes å påvise i naturen den tidligere omtalte massedød av sildelarver i det kritiske stadium. Det merkelige er imidlertid at der på samme posisjon (stasjon 34) natten i forveien bare fantes noen få slike døde larver i de tilsvarende trekk, mens der som det vil sees av tabell 1 var i alt 1 177 larver som var levende ved fangsten. Forklaringen på dette må være at mens der gikk en overordentlig sterk strøm ut fjorden under arbeidet på stasjon 34 var der ingen strøm å merke under arbeidet med stasjon 35 og at trekkene er blitt foretatt i vann av forskjellig opprinnelse.

Foruten på de nevnte stasjoner forekom døde larver i trekkene også på stasjonene: 27, 37, 38, 39 og 42. Men de var her så få og i en så oppløst tilstand at der intet annet kan sies enn selve forekomsten av dem. Da antallet av levende larver som ble fanget på disse stasjoner også var meget lite (unntatt stasjon 27 som er omtalt tidligere) og de allerfleste av dem hadde passert det kritiske stadium, er det sannsynlig at massedøden av larver alt hadde funnet sted tidligere på disse steder.

Hva årsaken til denne massedød angår er det allerede i den foreløpige meddelelse påpekt at det sannsynligvis er vanskeligheter med ernæringen som er det avgjørende. Dette vil der senere bli kommet tilbake til. Her skal bare et par observasjoner omtales nærmere. På stasjon 27 ble der i overflatetrekket fanget 9 sildelarver som alle hadde blommesekk. Av disse 9 larver var det 3 som hadde innhold i tarmen. I vertikaltrekket med 8/72-håven fra 150 til 50 m ble der fanget 210 larver med blommesekk og 35 uten. Blant disse siste var der 9 larver med tydelig tarminnhold.

I alle disse tilfeller viste dette tarminnhold seg som små runde gjennomskinnelige kuler som hvelvet tarmrøret fram og gjorde det hele

lett synlig utenfra. Tarmen ble dissekert løs på endel av disse larver og innholdet undersøkt under mikroskop etter å være preparert fritt med fine nåler. I de fleste tilfeller fantes på begge sider av disse kuler en brun til gulgrønn grøtaktig masse som vanskelig lot seg nærmere bestemme. I enkelte tilfeller kunne der dog gjenkjennes rester av diatomeer i den. Denne masse er tidligere omtalt i den foreløpige meddelelse og svarer til den av mange forfattere (HARDY, JESPERSEN, LISSNER, MARSHALL) omtalte første næring hos sildelarver som etter M. LEBOUR (som først beskrev den) blir betegnet bare som »Green food remains«. De omtalte kuler lot seg skille fra denne masse uten noen slags sammenheng og målte 0,15—0,16 mm i diam. og var omgitt av en elastisk hinne som der i flere tilfeller lett lot seg igjenkjenne uregelmessig forløpende fine lister på utsiden av. Der kunne derfor ikke være tvil om at det var egg av *Calanus finmarchicus*.

Foruten på denne stasjon fantes der slikt tarminnhold i to larver på 12 mm lengde i vertikaltrekket fra 75 til 0 m på stasjon 31, i tre larver fra vertikaltrekket på stasjon 32 og i to larver i samme trekk på stasjon 33. Ingen av larvene som ble fanget i overflatetrekkene på disse stasjoner hadde innhold i tarmen, men fangsten av larver i disse overflatetrekk var ikke særlig stor i noe tilfelle. Annerledes var det med stasjon 34. Denne stasjon ble tatt kl. 22 den 4. april. Himmelen var overskyet. Der ble tatt et vertikaltrekk med 0/100-håven fra 75 til 0 m og et overflatetrekk med samme hâv i 5 min. med ca. 2 knobs fart. Det blåste ganske friskt og en meget sterk strøm gikk ut fjorden i overflaten. Forholdene tillot dessverre ikke noe lengere opphold. Som det sees av tabell 1 ble det tilsammen fanget 1177 larver på stedet. Av disse var 531 i vertikaltrekket og 646 i overflatetrekket. I begge trekk fantes larver med egg av *Cal. fin.* i tarmen. I et par tilfeller forekom også egg med større diameter i tarminnholdet, sannsynligvis av *Cal. hyperboreus*, og egg av mindre calanider, men egg av *Cal. fin.* var det alt overveiende. Disse egg ble også funnet løst i trekket til tross for at den grovmaskete hâv må ha sluppet de fleste av dem igjennom. Lengdefordelingen av larvene i vertikaltrekket forholdt seg således som vist i de 2 tabeller på neste side. Det var altså ikke større forskjell i antall av larver med innhold i tarmen i disse trekk. Foruten copopodeegg var der i begge trekk rikelig av det før omtalte »Green food remains« i tarmen hos sildelarvene. Rester av nauplier forekom også, uten at det dog var mulig å bestemme arten.

En forskjell var det dog mellom larvene fra horisontaltrekket og fra vertikaltrekket på denne stasjon. Antallet av larver med blommesekk er, som det vil sees, forholdsvis mindre i overflatetrekket, og sam-

	Med blommesekk	Uten blommesekk	Tilsammen
9,0 mm	1.		1.
9,5 »	7.	1.	8.
10,0 »	30. (2)	19. (3)	49. (5)
10,5 »	36. (2)	59. (4)	95. (6)
11,0 »	46. (7)	117. (9)	163. (16)
11,5 »	13. (1)	87. (9)	100. (10)
12,0 »	6. (3)	73. (7)	79. (10)
12,5 »		14. (2)	14. (2)
13,0 »		8. (2)	8. (2)
13,5 »		8. (1)	8. (1)
14,0 »		3.	3.
14,5 »		3.	3.
	139. (15)	392. (37)	531. (52)

Tallene i () angir antall larver med calanusegg i tarmen.

Og i horisontaltrekket:

	Med blommesekk	Uten blommesekk	Tilsammen
9,0 mm	2.		2.
9,5 »	1.		1.
10,0 »	8.	10	18.
10,5 »	12.	18. (2)	30. (2)
11,0 »	29. (4)	84. (6)	113. (10)
11,5 »	19. (3)	102. (8)	121. (11)
12,0 »	5. (1)	137. (10)	142. (11)
12,5 »	3.	75. (6)	78. (6)
13,0 »		63. (5)	63. (5)
13,5 »		17. (2)	17. (2)
14,0 »		33. (3)	33. (3)
14,5 »		18. (1)	18. (1)
15,0 »		9.	9.
15,5 »		0.	0.
16,0 »		1.	1.
	79. (8)	567 (43)	646. (51)

tidig er larvene uten blommesekk forholdsvis lenger. Det vil si det er de eldste larver som fortrinsvis har oppholdt seg nærmest overflaten.

Også i vertikaltrekket på stasjon 35 fantes 9 larver (hvorav 8 med blommesekk) som hadde calanusegg i tarmen. Totalfangsten av larver i dette trekk var 49. I horisontaltrekket på denne stasjon ble der overhodet ikke fanget levende larver, men derimot (som nevnt) ca. 100 døde

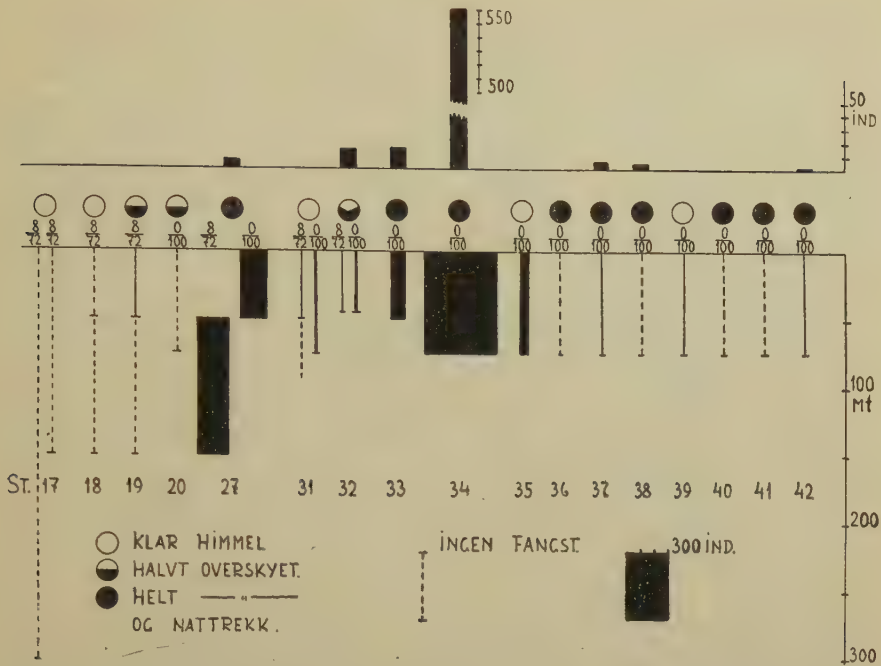


Fig. 3. Fangstene og lysforholdene under »Von«s tokt. Øverst horisontaltrekkene. I midten lysforholdene på himmelen og nederst vertikaltrekkene.

Catches and light conditions during the cruise of the Von. At the top the horizontal catches of herring fry, in the middle the cloudiness (as circles) and below the vertical catches.

og tildels allerede oppløste. Denne fangst ble tatt midt på dagen og i fullt sollys på samme sted som stasjon 34. En oversikt over fangstene og lysforholdene under fangstene er gitt i fig. 3. Den øvre del av figuren viser fangsten av larver i overflatetrekkene på »Von«s tokt. Skalaen til høyre angir antallet av larver i hvert trekk. Under denne del følger så en angivelse av lysforholdene på de tidspunkter trekkene ble gjort. Den nedre del av figuren viser fangsten av larver i vertikaltrekkene. Skalaen til høyre angir her dybden i meter. En tverrstrekk over linjen som betegner trekkene, angir begynnelsen og slutt av et trekk. Som det sees av figuren ble all fangst av sildelarver i overflaten gjort enten om natten eller når himmelen var skyet. Ved klar himmel om dagen ble der aldri fanget sildelarver i overflaten selv om vertikaltrekkene viser at det var larver tilstede i sjøen dypere nede. Det samme var tilfelle under »Virgo«s tokter i 1939.

På grunn av mangel på håver var det ikke mulig å få foretatt noen kvantitativ undersøkelse av fytoplankton under »Von«s tokt. Det viste seg imidlertid at ved grundig avskylling av de to anvendte håvers gaze,

Tabell 2.

St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 27	St. 31
<i>Calanider</i> (III, IV)	<i>Calanider</i> (III, IV)	<i>Cal. fin.</i> (III, IV)	Egg av <i>Euphaus.</i>	<i>Cal. fin.</i> (III—V)	<i>Diatomeer</i> (<i>Cosc.</i>)
<i>Diatomeer</i> (<i>Cosc.</i>) (<i>Skelet.</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Cal. fin.</i>) (<i>Bal. b.</i>)	Egg av <i>Euphausider</i>	<i>Cal. fin.</i> (III, IV og V)	<i>Calanider</i> Egg av <i>Euphaus.</i>	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i>)
<i>Cal. fin.</i>	<i>Diatomeer</i> (<i>Skelet.</i>) (<i>Cosc.</i>) (<i>Chætos.</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	Egg av torskef.	<i>Nauplier</i> (<i>Calanid.</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)
	<i>Peridin.</i> (<i>Ceratier</i>)	<i>Apendic.</i>	<i>Diatomeer</i> (<i>Skelet.</i>)	<i>Diatomeer</i> (<i>Cosc.</i>)	
	<i>Apendic.</i>	Egg av <i>Cal. fin.</i>		<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>) Egg av <i>Cal. fin.</i>	

kom der også med endel fytoplankton i fangstene, selvsagt vesentlig de grovere arter. Tabell 2 gjengir innholdet fra vertikaltrekkene på toktet etter at alle grovere organismer er frasilt gjennom en grovmasket duk. De anvendte romertall i tabellen betegner de tilsvarende copopoditstadier av de ovenfor anførte calanider. Organismene er oppført i de mengdeforhold de forekom i trekkene. De som forekom i størst mengde står øverst. Som det vil fremgå av tabellen fantes det nauplier på samtlige stasjoner hvor det ble fanget sildelarver. Dels var dette nauplier av rur (*Balanus balanoides*) og dels av Calanider. Oftest var det begge deler, og dessuten egg av Calanus finmarchicus. Det fremgår også at på stasjon 35 (hvor hovedmassen av sildelarvene var døde før fangsten) var trekket meget fattig på småorganismer. Det eneste det inneholdt foruten de døde sildelarver, var noen få *Cal. fin.* i yngre copopoditstadier, og av dem var også endel døde i forveien. Dertil forekom noen få balanusnauplier, hvorav også endel alt var i oppløsning.

St. 32	St. 33	St. 34	St. 35	St. 36	St. 37
Egg av <i>Euphaus.</i>	Egg av torskef.	<i>Cal. fin.</i> (III—V)	Noen få <i>Cal. fin.</i> (III—V, døde)	<i>Cal. fin.</i> (IV—VI)	<i>Cal. fin.</i> (III—IV)
<i>Nauplier</i> (<i>Calanid.</i>)	<i>Cal. fin.</i> (III—V)	<i>Calanider</i> (III—VI)	Noen få <i>nauplier</i> av <i>Bal. b.</i> (endel døde)	<i>Cal. hyp.</i> (III—VI)	<i>Nauplier</i> (<i>bal. B.</i>)
<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	Egg av <i>Euphaus.</i>	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)		<i>Calanider</i> (<i>Microc.</i>) (<i>Pseudoc.</i>) (III—V)	Egg av <i>Euphaus.</i>
<i>Diatomeer</i> (<i>Cose. mm.</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	Egg av <i>Euphaus.</i>		<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	<i>Meduser</i> (<i>Sarsia</i>)
	Egg av <i>Cal. fin.</i>	Egg av <i>Cal. fin.</i>		Egg av torskef. Egg av <i>Euphaus.</i>	

St. 38	St. 39	St. 40	St. 41	St. 42
Noen få <i>Cal. fin.</i> (III—V)	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	<i>Cal. fin.</i> (III—V)	<i>Cal. fin.</i> (III—VI)	<i>Cal. fin.</i> (III—V)
1 egg av hyse	<i>Cal. fin.</i> (III—V)	<i>Siphonoph.</i> (<i>Muggiaea</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Bal. b.</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Cal. fin.</i>)
	Egg av <i>Euphaus.</i> Egg av torskef. <i>Cyprisl.</i> (<i>Bal. b.</i>)	Egg av hyse	Egg av <i>Euphaus.</i> <i>Fritillaria</i>	Egg av torskef. <i>Meduser.</i> <i>Fritillaria</i>

II.

OPPDRETT AV SILDELARVER FRA KUNSTIG BEFRUKTETE EGG.

Om fremgangsmåten ved befruktningen og klekkingen.

Ved forsøk gjennom flere år har det vist seg som den beste metode å la eggene feste seg på helt rene glassplater. Denne måte byr også på den fordel at det er lett etter klekkingen å bestemme hvor stor prosent av de befruktete egg virkelig er klekket. Tildels kan man også lett se på hvilket stadium utviklingen er stanset i de egg som ikke er klekket. Glassplatene blir først lagt på bunnen av et karr eller en balje som er halvt fylt med renest mulig sjøvann. Hunsilden hvis rogn man først har overbevist seg om er fullt moden og lett rinnende, blir så holdt over glassplatene i overflaten av vannet og beveget frem og tilbake mens der blir øvet et forsiktig press mot bukveggen forfra og bakover. Det må sørges for at eggene faller jevnt fordelt og temmelig spredt ut over glassplatene. En for sterk sammenklumping av eggene vil føre til en dårlig utvikling og at størstedelen av disse egg dør. Eggene fester seg lett til glassplatene med det limstoff de har på overflaten og er etter noen minutter ikke til å fjerne fra glassplatene uten med et skarpt instrument.

Hele glassplaten med eggene på dyppes så 8 minutter ned i et annet kar hvor der befinner seg en oppløsning av melke fra en ennå levende hansild. Otte minutter er funnet å være tilstrekkelig for å sikre befruktning av eggene. Det er viktig at den anvendte melkeoppløsning alltid er nyberedt og at den ikke er for konsentrert. Når sjøvannet er kraftig blakket, er det tilstrekkelig. Er melkeoppløsningen mer konsentrert, har det vist seg at det har lett for å legge seg et belegg av hannens kjønnsprodukter på eggene. Dette fester seg til limstoffet på eggenes overflate og danner siden grobunn for en flora og fauna av mikroorganismer som vil bidra vesentlig til å øke dødelighetsprosenten hos eggene. Når platen med eggene har vært i melkeoppløsningen ca. 8 minutters tid, taes den ut og skylles godt i to kar med rent sjøvann etter hverandre. Dette tåler eggene nå godt, og det gjelder å få vasket vekk mest mulig over-

flødig melke. Platene med eggene kan nå plasseres i akvariene i renest mulig sjøvann. Om dette skal være deres varige oppholdssted, bør sjøvannet helst være filtrert.

Ved de klekkinger av sildeegg som i 1934 og tidligere år ble utført på den biologiske stasjon på Herdla, ble der benyttet sjøvann fra stasjonenes pumpearlegg. Eggene ble satt til klekking dels i stasjonens kjeller og dels i kursussalen. De ønskete temperaturer ble oppnådd ved å la vannforsyningen til akvariene i kursussalen passere gjennom et vannbad hvis temperatur ble regulert ved en petroleumslampe med et reguleringsanlegg som virket automatisk. Akvariene i stasjonens kjeller hadde ikke gjennomstrømmende vann under klekkingsprosessen og her ble de laveste temperaturer oppnådd ved å avkjøle akvariene med isvann.

I 1940 og 1941 ble klekkingen foretatt i sildeavdelingens lokaler i Bergen. Metoden med gjennomstrømmende vann i akvariene ble ikke benyttet, men ved hjelp av små »Goliat«-luftpumper ble der gjennom endestykker av skrått overskåret spanskrør blåst en konstant strøm av fine luftblærer gjennom vannet i akvariene. Det samme pumpearlegg drev også et filtreranlegg hvorved vannet i akvariene først passerte et lag av fin sand og derpå et lag trekull hvoretter det ved et hevertanlegg ble ført tilbake til akvariene. Akvarievannet som i hvert akvarium utgjorde 7 liter ble ved denne anordning filtrert et par ganger i døgnet. Etter at larvene var klekket ble filtreranlegget tatt vekk og filtreringen drevet for hånden. Til forsøkene ble der hvert år benyttet egg fra bare en hunsild og melke fra en hansild. Akvariene med eggene ble både i 1940 og 1941 satt til klekking i et vannbad med tilførsel fra vannledningsnettlet i byen. Ved regulering av denne vann-tilførsel ble temperaturen i akvariene holdt mest mulig konstant. Temperaturen i akvariene ble avlest morgen, middag og aften. Både i 1940 og 1941 var der i vannbadet 4 akvarier med omtrent like mange egg i hvert. Ved klekkingens inntredelse ble to av akvariene tatt ut av vannbadet og plassert i et annet rom hvor temperaturen var høyere og hvor den også ble forsøkt holdt mest mulig konstant. Dette viste seg dog å være forbundet med vanskeligheter. I slutten av forsøket kom varmen i været og det lot seg ikke hindre at temperaturen da steg betraktelig.

Forsøk med varierende saltholdighet i vannet.

Våren 1934 ble der gjort et forsøk med utklekking av silderogn i vann av forskjellig saltholdighet. Befruktede sildeegg av samme foreldrepar ble satt til klekking i akvarier med henholdsvis 33,57, 28,08 og 22,17 ‰ saltholdighet. Befruktningen ble gjort om morgenen den

10. april. Temperaturen ble avlest 3 ganger i døgnet. Den var alltid den samme i de to minst salte akvarier. I det tredje lå temperaturen gjennomgående 0,05 grad under de andre. I disse tre akvarier fant klekkingen sted i dagene 26., 27. og 28. april.

Størst var klekkingen den 27. i akvariene med den laveste saltholdighet. I akvariet hvor temperaturen hadde ligget 0,05 grader lavere enn de andre to ble omtrent like mange larver klekket den 27. og 28. april. Ved undersøkelse av glassplatene som eggene hadde sittet på og hvor skallene etter de klekkete egg enda fantes, viste det seg at hvor saltholdigheten hadde vært 33,57 ‰, var 70 % av eggene klekket — resten var døde. I akvariet med en saltholdighet av 28,08 ‰, var 65 % klekket, og det samme var tilfelle i akvariet med 22,17 ‰ saltholdighet.

Dette forsøk tyder på at saltholdigheten innenfor det undersøkte område ikke spiller noen større rolle for utviklingen av sildeegget, og at de vekslinger som normalt forekommer i saltholdigheten på vårsildfeltet må være uten betydning for klekkingen av silderognen der.

I 1940 ble et nytt forsøk gjort. I to av de tidligere omtalte 4 akvarier ble der tilsatt destillert vann så saltholdigheten sank fra 33 ‰ til 28. Temperaturen var så nøyaktig det kunne måles den samme for alle 4 akvariers vedkommende så lenge utviklingen av eggene varte. Men noen forskjell på eggene i akvariene med høy og med lav saltholdighet kunne ikke iakttaes. Klekkingsprosenten var også den samme for alle 4 akvarier.

Da larvene begynte å slippe ut av eggene, ble som tidligere nevnt to akvarier tatt ut av vannbadet de hadde stått i og flyttet over i et annet rom hvor temperaturen var atskillig høyere. Det ene akvarium var med 33 ‰ saltholdighet og det annet med 28. Heller ikke ved den fortsatte utvikling av larvene kunne der iakttaes noen forskjell i disse to akvarier hvor temperaturen fortsatt var lik for begge. Larvene mistet blommesekken samtidig i de to akvarier, og den store dødelighet blant larvene som deretter satte inn, artet seg også likt i begge. Antallet av larver som overlevet denne periode, var også omtrent den samme i begge akvarier.

Etter overflyttingen ble der i vannbadet stående tilbake to akvarier med henholdsvis 33 og 28 ‰ saltholdighet. Her gikk utviklingen av larvene som følge av den lavere temperatur meget langsommere enn i det omtalte tilfelle, men også her forløp den likedan i begge akvarier. Larvene var her nettopp i ferd med å miste blommesekken og noen større dødelighet var enda ikke inntruffet da forsøket ble avbrutt den 9. april.

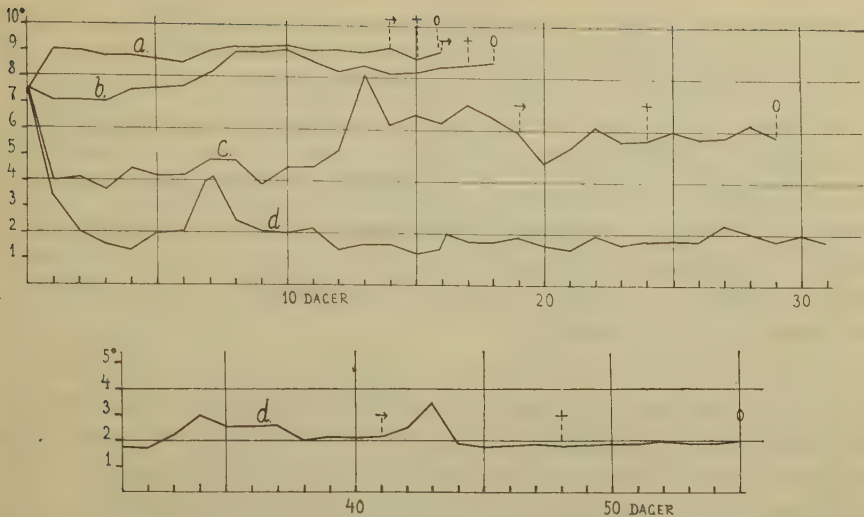


Fig. 4. Temperaturene i de 4 akvarier a, b, c og d under klekkingen i 1934. En pil betegner den dag de første fri larver ble observert. + betegner den dag halvparten av eggene var klekket og 0 den dag de siste larver slapp ut av eggene.

Temperature in the 4 aquaria (a—d) used for hatching herring in 1934. An arrow indicates the day when a free-swimming larva was first observed, a + the day when half the eggs were hatched and a 0 when the last larvæ emerged.

Variierende mengde surstoff i vannet.

Fra tidligere er det kjent at sildeeggene dør i vann som inneholder for lite surstoff. Tidligere er nevnt at det må sørges for at eggene til utklekking ikke må få klumpe seg for tett sammen på glassplatene. Det er omtalt i tidligere publikasjoner fra fiskeridirektoratet (LEA, RUNNSTRØM, SOLEIM) at der over alt viser seg at hvor sildeeggene avsettes i tykke lag på sjøbunnen, vil bare de øverste egg komme til utvikling. Å bestemme noen grenseverdi for den surstoffmengde som må til for at eggene skal utvikles vil vanskeligjøres ved at man må gå ut fra at strømhastigheten av det vann som bstryker eggene spiller en betydelig rolle. Under de her omtalte forsøk, unntatt det tidligere omtalte i 1934, har der under hele forsøks tiden blitt blåst en sterk strøm av fine luftblærer gjennom akvariene. Man kan gå ut fra at akvarievannet til enhver tid kan ansees tilnærmet mettet med surstoff.

Temperaturens innflytelse på klekkingen.

Temperaturen var den faktor som under samtlige forsøk viste seg å ha størst betydning både for utviklingen av sildeeggene og for larvene etter at de var klekket. Fig. 4 gjengir temperaturkurvene for fire

akvarier våren 1934. Saltholdigheten var for alle 33,57 ‰. En pil betegner den dag de første larver ble observert i akvariene. + betegner den dag halvparten av larvene var klekket og 0 betegner den dag de siste larver slapp ut av eggene. I akvariet *a* tok det som det vil sees 2 dager fra den første larve ble observert til den siste larve var klekket. Det tok 15 dager fra befruktningen til halvparten av larvene var ute av eggene. Tar man gjennomsnittstemperaturen for hvert døgn under denne tid og legger disse temperaturer sammen, kommer man til summen 133,9. Dividert med antall dager gir dette 8,92° som gjennomsnittstemperatur under denne tid.

I akvariet *b* tok det også 2 dager fra den første larve ble observert til de siste var ute av eggene, og det tok 17 dager fra befruktningen til halvparten av larvene var klekket. Gjennomsnittstemperaturen for hvert døgn i denne tid lagt sammen gir summen 137,3. Dividert med antall dager gir dette 8,08° som gjennomsnittstemperatur.

I akvariet *c* tok det 10 dager fra den første larve viste seg til klekkingen var avsluttet. Halvparten av larvene var klekket den 24. dag etter befruktningen. Gjennomsnittstemperaturene for hvert døgn gir som sum 127,1, hvilket gir en gjennomsnittstemperatur på 5,3° for hele tiden.

I akvariet *d* tok det 15 dager fra den første larve viste seg til klekkingen var avsluttet. Halvparten av larvene var klekket den 48. dag etter befruktningen. Gjennomsnittstemperaturene for hvert døgn gir her som sum 101,0, hvilket gir en gjennomsnittstemperatur under hele tiden på 2,1°.

I 1934 lyktes det ikke å få sildelarvene til å leve lengere etter klekkingen enn at blommesekken var oppbrukt. På dette stadium døde de (som omtalt i den foreløpige meddelelse) ved at der oppstod gassblærer i tarmen. I 1940 lyktes det å få larvene til å ta næring til seg ved å fore dem med nauplier av *Balanus balanoides* og av *Artemia salina* og derved å leve til krigsutbruddet. Fig. 5 viser temperaturkurvene under forsøket dette år. Som tidligere omtalt ble akvariene delt da klekkingen av eggene begynte (den 18. dag). Den stiplete linje *b* betegner kurven for de akvarier som stod igjen i kjøleanlegget, kurven *a* for de to akvarier som ble flyttet over i et annet rom. En pil betegner den dag de første larver ble observert. + betegner at halvparten av larvene var klekket, 0 at de siste larver var sluppet ut av eggene og ÷ at halvparten av larvene hadde brukt opp blommesekken. Legger man sammen gjennomsnittstemperaturene for hver dag til halvparten av larvene er klekket, får man for kurven *a*'s vedkommende summen 133,4 og for *b*'s vedkommende 136,0. Delt på dagantallet gir dette for *a*'s

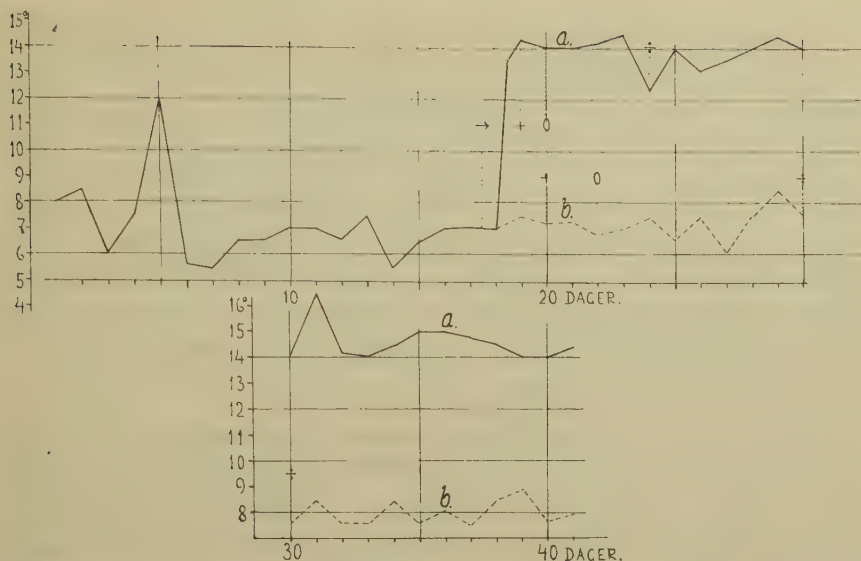


Fig. 5. Temperaturene under klekkingen i 1940. $\div$ betegner den dag halvparten av larvene hadde mistet blommesekken. Ellers symboler som på fig. 4.

Temperature during hatching experiment in 1940, $A \div$ denotes the day when half the no. of larvæ had consumed the yolk. Other symbols as in fig. 4.

vedkommende en gjennomsnittstemperatur for hele klekkingstiden av $7,01^\circ$ og for b's vedkommende $7,0^\circ$.

I 1941 ble befruktningen av eggene gjort 5. februar. Den siste av de klekkete larver døde den 25. mai, 81 dager etter befruktningen, og 62 dager etter at størstedelen av larvene kom ut av eggene. Fig. 6 viser temperaturkurven for akvariene i dette år. Likesom i 1940 ble to av de 4 akvarier tatt ut av kjøleanlegget da klekkingen av eggene begynte, og flyttet over i et annet rom hvor temperaturen ble holdt høyere. Kurven *a* viser temperaturen i disse akvarier og den stiplede kurve *b* temperaturen i de to akvarier som stod tilbake i kjøleanlegget. En pil betegner den dag de første fri larver ble observert. + at halvparten av eggene var klekket og $\div$ at halvparten av larvene hadde brukt opp blommesekken. Som det sees gikk der 18,5 dager til halvparten av larvene var sluppet ut av eggene. Summerer man gjennomsnittstemperaturene for hver dag, kommer man til tallet 130, som delt på antall dager gir en gjennomsnittstemperatur på $7,0^\circ$ for hele tiden.

Det viser seg altså som resultat av de omtalte klekkinger at de omtalte summer av gjennomsnittstemperaturene under klekkingstidene ikke er like store, men at de er lavere jo lavere gjennomsnittstemperaturen for hele forsøks tiden har vært. (Regnet fra celsiusskalaens nullpunkt).

Som det er blitt fremholdt av J. REIBISCH er der imidlertid ingen grunn til å ta celsiusskalaens nullpunkt som utgangspunkt for slike beregninger, da det viser seg at fiskeegg kan utvikle seg i temperaturer som ligger under dette nullpunkt, men heller den laveste temperatur ved hvilken der kan skje utvikling av eggene (terskelverdien). Går man ut fra at de før omtalte summer av gjennomsnittstemperaturer under klekkingene er konstante — at der med andre ord i hvert tilfelle er blitt tilført eggene den samme varmemengde under klekkingen — kan man finne denne terskelverdi på samme måte som REIBISCH har gjort for flyndre og torskearters vedkommende ved ligningen:

$$(t_1 + x) n_1 = (t_2 + x) n_2$$

hvor t_1 og t_2 er de før omtalte gjennomsnittstemperaturer for hele klekkingstiden og n_1 og n_2 er det tilsvarende dagantall som er gått med inntil halvparten av larvene var sluppet ut av eggene. X er den søkte størrelse, terskelverdien. Ved å forbinde ligningene for de omtalte klekkinger av sildeegg to og to på denne måte oppnår man en rekke verdier for x hvis middeltall ligger på $\div 1,2^\circ$ celsius.

Stiller man opp gjennomsnittstemperaturene under klekkingstiden (T) og antall dager som er gått med til klekkingen (D) får man følgende tallrekker:

T :	8,9°	8,08°	7,01°	7,0°	7,0°	5,3°	2,1°
D :	15	17	18,5	19,5	18,5	24	48

Den enkleste måte å fremstille sammenhengen mellom temperaturene og utviklingen er å fremstille resultatene grafisk slik som det er gjort av A. C. JOHANSEN og A. KROGH. Temperaturene blir tatt som abscisse og enheten 100: dagantallet er brukt som ordinat. Man får da følgende tallrekke:

T :	8,90°	8,08°	7,01°	7,00°	7,00°	5,30°	2,10°
$\frac{100}{D}$:	6,67	5,88	5,40	5,10	5,40	4,10	2,08

Den grafiske fremstilling er gitt i fig. 7. Det viser seg at den kurve som kommer fram er en rett linje. Det vil si at produktet av gjennomsnittstemperaturen under klekkingen og klekkingstiden er konstant. Forlenget nedover vil denne linje skjære abscissen ved omtrent $\div 1,2^\circ$ Celsius. Dette er altså sildeegggets biologiske nullpunkt eller terskelverdi hva klekkingen angår.

Tidligere er omtalt at det i årene 1940 og 1941 lyktes å få silde-larvene til å leve så lenge at blommesekken var resorbert, og at tidspunktet for dette var avmerket med et $\div$ på figurene som viser tempera-

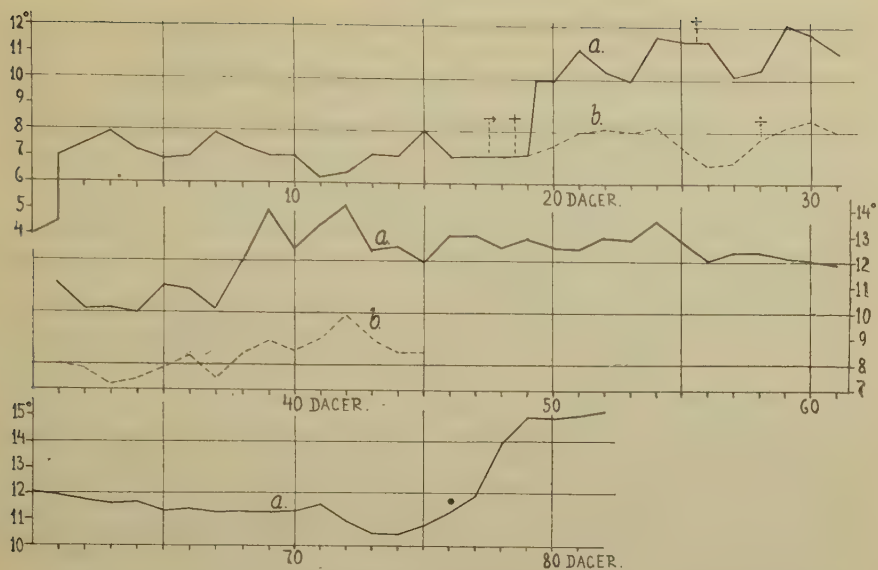


Fig. 6. Temperaturerne under klekkingen i 1941.
De anvendte symboler er de samme som på foregående figur.

Temperature during hatching experiment in 1941.
Symbols as in foregoing figures.

turkurvene når halvparten av larvene hadde mistet blommesekken. Regner man ut produktet av gjennomsnittstemperaturene og dagantallet for dette, med utgangspunkt i det biologiske nullpunkt som tidligere er funnet ($\div 1,2^{\circ}\text{C.}$) får man tall som stemmer temmelig bra overens nemlig 233 for kurven *a*'s vedkommende og 235 for *b*'s vedkommende på fig. 6, og 232 og 242 på fig. 5. Helt stemmer dog tallene ikke. Det synes å være en stigende tendens med synkende gjennomsnittstemperatur. Behandlet på samme måte som for klekkingens vedkommende får man:

T:	8,67°	8,00°	7,12°	7,00°
$\frac{100}{D}$:	4,26	3,92	3,57	3,40

På fig. 7 er de fire punkter, man på denne måte får merket med et +. Da de omtalte gjennomsnittstemperaturer ikke spenner over noe stort område er der her ikke trukket opp noen kurve. Men om denne var en rett linje ser det ut som om den forlenget ville skjære abcissen på et punkt i nærheten av $+ 1^{\circ}\text{Celsius}$. Det vil si at det biologiske nullpunkt for dette tilfelle var et annet. Avvikelsen er imidlertid ikke meget stor og kan skyldes vanskelighetene med å bedømme når halvparten av

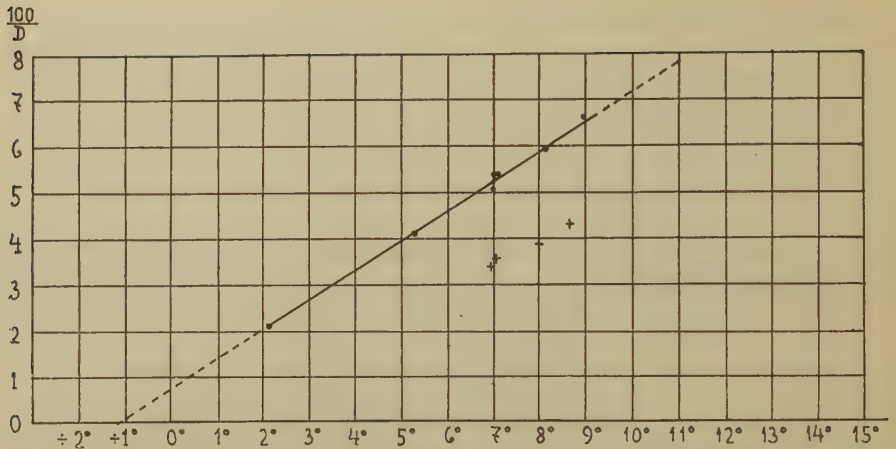


Fig. 7. Klekkingstidens avhengighet av temperaturen. Ordinaten er en invers verdi av tiden D. Punkter og kurven gjelder for eggene klekking. Kryssene gjelder for det tidspunkt da blommesekken var resorbert hos larvene.

Time of incubation and larval development as functions of temperature. The ordinates represent the inverse of no. of days $\times 100$. The dots (and the curve) refer to hatching, the crosses to the stage when the yolk had been consumed.

larvene har mistet blommesekken. Dertil kommer et annet usikkerhetsmoment. De larver som døde før blommesekken var resorbert ble fjernet for ikke å forurense vannet i akvariene og er altså blitt helt utelatt. Da sildelarvene dessuten begynte å ta næring til seg før blommesekken var resorbert og det viste seg at lysforholdene spilte en viktig rolle for næringsopptakelsen, blir usikkerheten så stor at det intet er i veien for at en tenkt forlengelse av kurven utenfor det undersøkte område ville skjære abcissen i samme punkt som kurven for klekkingen gjorde.

Sildelarvenes forhold overfor lyset.

Mens mangel på lys ikke later til å spille noen større rolle for det befruktete sildeeggs vedkommende (eggene i det isavkjølte akvarium i 1934 med gjennomsnittstemperatur 2,1 grad ble klekket praktisk talt i mørke) spiller lyset en overordentlig stor rolle for sildelarvene helt fra de kommer ut av egget. Hele bygningen av den nyklekkete larve tyder også på at dette må være tilfelle. Larven som helhet står på et meget lavt utviklingstrin. Som allerede KUPFFER har beskrevet er der ikke engang blodlegemer å finne og underkjeven er ikke istand til å bevege seg. Øynene anlegges derimot på et meget tidlig stadium og er fullt utstyrt med pigment, er meget store og hvelver ut over hodet,

når larven slipper ut av egget. Det er flere ganger gjort den iakttakelse at larvene så snart de har fått pigment utviklet i øynene (pigmentet begynner normalt å sees den 11. dag ved klekking i omkring 7 graders vann), begynner å bevege seg inne i egget når det rettes en skarp lysstråle mot dem. Når larvene er over 13 dager etter befruktningen (i vann av ca. 7°) ligger de i alminnelighet orientert med hodet mot lyset, men kroppen ellers i alle mulige stillinger. Blir larvene nå utsatt for et kraftig lys, f. eks. ved at glassplaten eggene sitter på, blir lagt på bordet av et mikroskop (i sjøvann) og derpå belyst gjennom mikroskopets belysningsapparat, vil man se hvordan larvene begynner å sprelle inne i eggene straks lyset blir slått på.

Når larven har sprengt eggeskallet, oppholder den seg ofte ved bunnen av akvariet i en tid som kan variere fra noen minutter til bortimot en time, men begynner ganske snart på den bevegelse som er karakteristisk for sildelarvene så lenge de enda har blommesekken i behold: De svømmer med lynsnare vrikninger med halen opp mot overflaten (lyset) i noen sekunder og synker derpå med hodet først langsomt mot bunnen igjen, retter seg derpå opp og svømmer mot overflaten noen sekunder osv. Etterhvert som blommesekken med tiden resorberes, får larven lettere for å holde seg flytende, og dens bevegelser overgår i en mere rolig bølgende form. Larven vil alltid forbli tyngre enn vannet og synke til bunns når den holder opp å svømme.

At det er lyset som er det viktigste for denne bevegelse og ikke tyngdekraften, vises lett ved å dekke overflaten til med et mørkt papir og la lyset falle inn gjennom en av de blottete sider i akvariet. Man oppnår da i løpet av noen minutter å få samlet alle friske larver i akvariet mot denne vegg eller i et hvilket som helst mønster man måtte ønske det om man klipper dette inn i en papplate og lar lyset strømme inn i akvariet gjennom det.

Med hensyn til lysets styrke ser det ut til at larvene i den første tid søker mot all slags lys opp til styrke av alminnelig sollys. Setter man en 60 watts elektrisk pære direkte opp mot akvarieveggen vil dette samle larvene fra alle deler av akvariet i lampens nærmeste omgivelser så lenge de enda har blommesekken i behold. Etter at blommesekken er resorbert, foregår det en forandring i dette forhold. Den 11. dag etter klekkingen ble der i 1940 gjort et forsøk som viser dette. Et akvarium (av serien *a*) med rektangulær form ble i 2/3 av sin lengde dekket med blendingspapir langs bunn og langsider. Til lokk hadde akvariet en plate tykt mørkeblått glass. De to kortsider var utildekkete. På skrå mot den ene kortside ble så den samme 60 watts pære som tidligere var brukt plassert slik at 1/3 av akvariet lå i lyset fra denne og resten av akvariet lå i halvllys fra det blå tak og det svake dagslys som

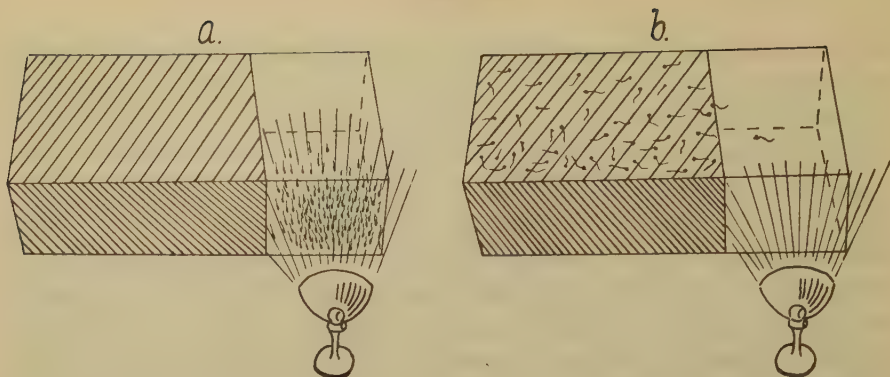


Fig. 8. Nyklekkede sildelarver som enda har blommesekken i behold søker hen mot lyset fra en 60 watts elektrisk pære (a), mens eldre larver som har mistet blommesekken foretrekker den del av akvariet som ligger i tusmørke (b).
a. Newly hatched larvæ, still possessing a yolk-sac, are attracted by the light from a 60 w lamp. b. Older larvæ, having used up their yolk prefer the shaded portion of the tank.

strømmet inn gjennom den annen kortsides. Det viste seg da at sildelarvene etter 10 minutters forløp for den overveiende del hadde samlet seg i det mørkeste av akvariet og unnvek det sterke lys fra lampen som tidligere hadde samlet dem mot seg. Den neste dag ble forsøket gjentatt med samme resultat. Til kontroll ble der så tatt inn et akvarium fra kjøleanlegget (av serie b) hvor larvene enda hadde blommesekken i behold og stillet opp ved siden av det første på samme måte. Larvene reagerte her helt motsatt. De gikk mot lyset og stod tilslutt som et teppe mot veggen hvor pæren var plassert.

I det første tilfelle hadde larvene siden klekkingen vært i vann med gjennomsnittstemperatur 14° , og hadde som det vil sees av fig. 5, vært uten blommesekk i gjennomsnittlig 8 dager. I det annet tilfelle hadde larvene vært i vann av gjennomsnittlig 7° . Tilsynelatende foretrekker altså sildelarvene den lysstyrke vi alminnelig kaller dempet dagslys eller tusmørke etter at de har mistet blommesekken og er henvist til å ernære seg ved fangst.

Fig. 8 er en sterkt skjematisk tegning som viser forholdene ved dette forsøk. Øverst er akvariet fra kjøleanlegget hvor larvene enda har blommesekken i behold. Nederst det annet akvarium med larver som har resorbert blommesekken.

Forsøk med foring av sildelarver.

Ut fra den teori at det er vanskeligheter med ernæringen som er hovedårsaken til at den største del av sildelarvene forsvinner fra sjøen

når de vel har brukt opp blommemassen, formet det spørsmål seg av seg selv: Hvilke dyr eller planter kan tenkes å forekomme i sjøen på vårsildfeltet i denne tid i slike masser at de kan få betydning som næring for organismer med så relativ liten bevegelsesevne som de unge sildelarver?

Av de forsøk med foring som ble gjort i årene opp til 1934, kom der ikke stort annet resultat enn at det kunne konstateres at endel av de alger som ble tilført akvariene, ble funnet igjen i larvenes tarm. Ikke desto mindre lyktes det ikke å få larvene til å leve over det kritiske stadium. Av lignende undersøkelser i utlandet var det særlig arbeider av LEBOUR, HARDY og ikke minst JESPERSEN man hadde å holde seg til. Forholdet var uklart for de yngste sildelarvers vedkommende, men den alminnelige oppfatning var at sildelarvenes første næring var av vegetabilsk natur og at den siden slo om til dyrisk diett. Dette syntes å stemme dårlig med forsøkene fra årene før 1935. Da imidlertid årsaken til at det ikke lyktes å få larvene til å overleve det kritiske stadium, også kunne ligge i selve akvarieforsøkene, ble det begynt en undersøkelse av tarminnholdet fra sildelarver tatt på vårsildfeltet gjennom en rekke år.

Flere tusen sildelarver ble undersøkt i løpet av sommeren 1938 og 39 uten annet resultat enn at det på nytt ble klart hvor forholdsvis sjelden det var å få sildelarver i planktontrekkene etter at blommesekken var resorbert og at de larver man fant nesten unntakelsesløst var tomme i tarmen. Imidlertid førte de samtidig utførte målinger av larvene til at det kunne regnes med at et »kritisk stadium« eller rettere to slike stadier, også fantes i naturen, som omtalt i den foreløpige meddelelse (1940). Da et par tusen larver var blitt undersøkt, fantes omsider en som foruten den strukturløse masse (av LEBOUR betegnet »green food remains«), hadde en halvt fordøyet nauplie — sannsynligvis av en copopodeart — i tarmen. Straks etter ble der i samme plankontrekk funnet to larver som foruten »green food remains« hadde to runde kuler som ikke nærmere lot seg bestemme, i tarmen og en tid etter en larve som inneholdt rester av en appendicularie. Den siste larve var dog tatt temmelig sent ut i året og hadde forlenget passert det kritiske stadium.

Om man ser bort fra planteplanktonet ble der etter dette tre dyr eller rettere yngelen av tre dyr som først og fremst måtte komme i betraktning som svar på det ovenfor stilte spørsmål, nemlig yngel av calaniderne (»raukam«) og da først og fremst *Calanus finmarchicus*, yngel av rur, *Balanus balanoides*, og muligens appendiculariene. Av disse var yngel av *Balanus* den som uten sammenlikning var den letteste å skaffe til veie og på foring med ruryngel var forsøkene i 1940 og 1941 basert. Ruren har som kjent yngelpleie og ved i forveien å samle inn endel rûr og skrape ut i en liten skål med vann var det i forveien konsta-

tert at det var lettvinnt å skaffe seg en stor konsentrasjon av *Balanus*-nauplier i akvariene. Forsøket falt heldig ut. Det viste seg at sildelarvene fanget og spiste rurnauplier når disse ble tilført akvariene endog på et så tidlig tidspunkt som før all blommemassen var resorbert.. Imidlertid viste det seg at, etterhvert som det ble varmere i været, ble det stadig vanskeligere å få tak i rur som enda hadde yngelen i behold. Fiskerikonsulent ROLLEFSEN stilte da med stor elskverdighet materiale og sin erfaring med klekking av nauplier av den lille saltlagunekreps *Artemia salina* til forfatterens disposisjon. Disse nauplier er omtrent av samme størrelse som rurnauplier, og det viste seg at foringen med dem gikk minst like godt som med nauplier av *Balanus*.

Når utviklingen av larvene var kommet så langt at de første larver hadde mistet blommesekken, ble naupliene tilført akvariene. Tidspunktet for dette var som det tidligere er anført forskjellig ettersom larvenes utvikling hadde funnet sted ved høyere eller lavere temperatur.

Det viste seg at også for næringsopptakelsen var lyset av stor betydning. Både *Balanus*naupliene og *Artemia*naupliene viste nemlig det samme forhold overfor lyset som for *Balanus*nauplienes vedkommende er beskrevet av dr. RUNNSTRØM i Bergens Museums årbok 1925. Det vil si i alminnelig dagslys veksler de mellom positiv og negativ fototaksis så man får en ansamling av nauplier i den lyseste og en ansamling i den mørkeste del av akvariet. Mellom disse to ansamlinger er der så et mindre antall nauplier på vei fra den lyse til den mørke del, og omvendt.

Da sildelarvene den første tid også samlet seg mot lyset fikk man en ansamling av både sildelarver og nauplier mot den lyseste del av akvariet. På tross av dette kunne det aldri iakttas larver med innhold i tarmen når akvariet ble ensidig belyst. Det samlet seg derimot på bunnen nedenfor denne vegg etterhvert en mengde døde og døende larver. Akvariene ble derfor omgitt av et lag mørkt papir og forsynt med et tak av blått glass, så lyset slapp inn i akvariene ovenfra. På baksiden av lyskilden kunne blendingspapiret taes vekk og når det var nødvendig kunne iakttakelsene gjøres under et forheng. Det viste seg da at larvene var spredt jevnt utover akvariet. De svømnet som før omtalt fra bunnen opp mot overflaten, sank et stykke med hodet foran mot bunnen, og steg oppover igjen osv. Lange tider kunne de også ligge urørlige mot bunnen, men etterhvert som blommemassen ble resorbert falt det dem lettere å holde seg flytende. Svømmebevegelsene ble da mer rolige og jevnt buktende og det var stadig færre av dem som oppholdt seg mot bunnen. Når dette fant sted var det senere alltid et tegn på at det var noe iveien med larven, og at den etter noen dager døde.



Fig. 9. Hodet av en sildelarve som nettop har mistet blommesekken og to nauplier. Rett foran larven en nauplie av *Artemia*, og nedenfor den en nauplie av rur (*B. balanoides*).

Head of a herring larva having recently consumed its yolk and two nauplii drawn to scale, the uppermost an Artemia, the lower a Balanus nauplius.



Fig. 10. Sildelarvenes karakteristiske »Sprangstilling» før de fanger byttet. Foran larven et egg av *Artemia*.

Characteristic attitude of herring larva before jumping at prey. Before the larva an egg of Artemia (to scale).

Naupliene spredte seg under disse forhold også jevnt ut over akvariene og det var rikelig anledning til å iaktta hvordan sildelarvene bar seg at når de fanget en nauplie. Dette skjedde på følgende måte: Silde-larven som svømnet omkring blant naupliene, stanset plutselig når den fikk en nauplie foran seg i en avstand av omtrent sin egen lengde. Det var tydelig å se hvordan øynene ble rettet forover og hvordan den fikserte nauplien skarpt. Bakkroppen ble deretter trukket opp så larven dannet en S-formet bue. I denne stilling arbeidet larven seg ved brystfinnernes hjelp litt nærmere inn på byttet. Iblant hendte det at den nå rettet seg ut igjen og svømte rolig videre, men som oftest for den med et plutselig sprang og åpent gap løs på nauplien. Ofte lyktes spranget. Nauplien ble fanget i sildelarvens gap. Den ble omtrent 5 sekunder sittende i svelget omtrent i høyde med brystfinnerne, men ble så raskt presset videre i tarmkanalen og passerte i løpet av et minutt tid de forreste to tredjedeler av tarmen og stanset ved begynnelsen av den siste tredjedel. Det er altså her at fordøyelsen først kan foregå. Like ofte hendte det imidlertid at spranget mislyktes for sildelarven. Det kunne i så fall aldri iakttas at den fornyet angrepet, men den svømte alltid videre og angrep gjerne etter en tid en ny nauplie. Fig. 10 viser en sildelarve i den karakteristiske sprangstilling.

Mens disse undersøkelser pågikk ble forfatteren oppmerksom på en publikasjon fra »Helgolander Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 1939» med et arbeide av dr. KOTTHAUS og et av H. SCHACH hvor silde-larvenes fangstbevegelse er omtalt. Likeledes er omtalt hvordan gassblærer oppstår i larvenes tarm.

Disse gassblærer som er omtalt i den foreløpige meddelelse ble første gang iaktatt av forfatteren i 1934 og da den mulighet forelå at disse

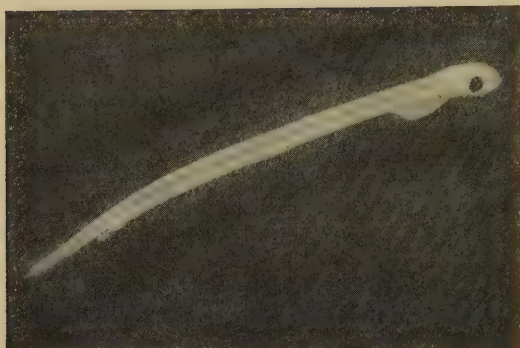


Fig 11. Sildelarve fra planktontrekk med stor blommesekk og et egg av *Cal. fin.* i siste del av tarmen.

*Herring larva from plankton catch, with large yolk and an egg of *Calanus finmarchicus* in the hindmost part of the intestine.*

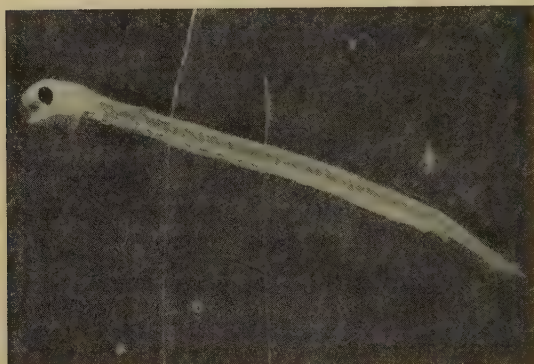
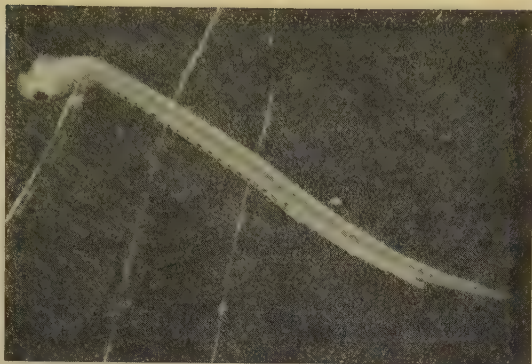


Fig 12. Sildelarve fra planktontrekk. Bakre del av tarmen inneholder rester av nauplier, flere egg av *Cal. finn.* og et egg av *Cal. hyp.*

*Herring larva from plankton. The posterior part of the intestine contains remnants of nauplii, several eggs of *Cal. finn.* and one of *Cal. hyperboreus*.*

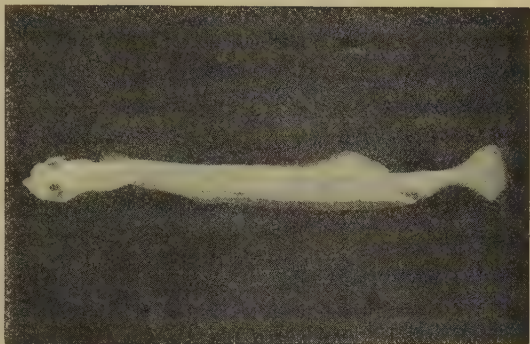
blærer var oppstått av fine luftbobler som larvene slukte i mangel av passende føde ble følgende forsøk gjort. En del av sildelarvene i et eget akvarium ble i stedet for nauplier tilført uklekkete *Artemia*egg. Endel av disse egg hadde omtrent samme spesifikke vekt som vannet etter at de hadde ligget i bløt en tid og ble av strømmen i akvariet ført rundt i dette. Resten av eggene som svømte som et brunt pulver ovenpå vannflaten, ble skummet vekk. Det viste seg nå at sildelarvene »fanget» disse uklekkete *Artemia*egg akkurat som larvene i det annet akvarium fanget nauplier, og at deres tarm, det vil si den bakre tredjedel av tarmen, i dempet dagslys ble stoppfull av disse egg. *Artemia*eggene harde og tykke skall gjør det helt usannsynlig at larvene kunne fordøye dem. Egg som åpenbart med litt vanskelighet ble kvittert ut av anus like hele kunne også iakttas. Etter en tid døde sildelarvene til tross for at de til stadighet hadde tarmen full av *artemia*egg. Fangsten av *Artemia*eggene begynte likesom for nauplienes vedkommende lenge før all blommemasse var resorbert og det er altså fastslått at larvene såvel i naturen som oppdrettet i akvarier tar næring — og da dyrisk næring — til seg

Fig. 13. Sildelarve fra planktontrekk med innhold i tarmen. Man ser et egg av Cal. fin. som er stanset ved begynnelsen av tarmrørets siste tredjedel.



Herring larva from plankton, with food in the intestine. An egg of Cal. finm. is seen to have come to a standstill at the last third of the intestinal tract.

Fig. 14. Sildelarve fra klekkingen i 1941, 54 dager etter at den var sluppet ut av egget. Den tilhørte a-serien og var i live 18 mm lang.



Herring larva hatched and developed in a tank in 1941, 54 days after emerging from the egg. It belonged to the series aa and attained a length of 18 mm.

allerede før blommesekken er oppbrukt og før underkjeven er istand til å lukkes helt. Fig. 11 viser en sildelarve fra det tidligere omtalte vertikaltrekk på stasjon 34 med en stor blommesekk og et egg av Cal. fin. i siste tredjedel av tarmen. Fig. 12 viser en larve fra samme stasjon med hele siste tredjedel av tarmen full av innhold. Det viste seg å være rester av nauplier, egg av Cal. fin. og et større egg sannsynligvis av Cal. hyp. Fig. 13 viser en larve med tarminnhold hvor iblant et egg av Cal. fin. som er stanset på det før omtalte sted i begynnelsen av siste tredjedel av tarmen.

Sammenligning av klekkingsforsøkene og materialet fra planktontrekkene.

Som resultat av klekkingsforsøkene fremgikk det at produktet av gjennomsnittstemperaturen under klekkingstiden og denne tid selv var konstant innenfor det undersøkte temperaturområde fra 2 til 9 grader Celsius. Det viste seg videre at sildelarvene fortsatte å leve og utvikle seg normalt og også å ta næring til seg ved så høy temperatur

som opp til 14 grader. Larvene i kjøleanlegget stod langt tilbake for de andre i utvikling og også i perioden fra larven slipper ut av egget og til blommesekken er resorbert, ser det ut til at utviklingen bestemmes av den samme lov som for eggene vedkommende. Dødeligheten blant larvene var meget større i akvariene med den laveste temperatur (*b*-serien) enn i de andre (*a*-serien). For en stor del må dette tilskrives lysforholdene da det her enten var helt mørkt eller lys som var sterkere enn det som larvene viste seg å foretrekke etter at blommesekken var resorbert. Den 45. dag etter klekkingen var der så få larver tilbake i *b*-serien at dette forsøk ble avsluttet. Det var her alltid en meget mindre prosent av larvene som hadde innhold i tarmen enn i den annen serie. I denne hvor lysforholdene lettere lot seg regulere trivdes larvene i det hele bedre og hadde til stadighet næring i tarmen. Fig. 14 viser et fotografi av en av larvene herfra den 72. dag etter befruktningen. Den var da i levende live 18 mm lang. Fra den 75. dag av satte det imidlertid inn en periode med usedvanlig varmt vær. Det viste seg (som det vil fremgå av temperaturkurven i fig. 6) umulig å forhindre at temperaturen i akvariene steg. Sildelarvene sluttet etter hvert å drive jakt på nauplier og begynte litt senere å svømme i ring. Til slutt lå de nede på bunnen av akvariet og dreiet rundt på stedet. På denne måte døde den ene etter den annen. Den siste larve døde 81 dager etter befruktningen av eggene. Da en liknende døds måte har forekommet hos flyndreyngel som fiskerikonsulent ROLLEFSEN klekket og oppfødde ved abnormt høy temperatur, er det grunn til å tro at det var varmen som var den direkte årsak til dette.

Som nevnt var det ingen anledning til å gjøre fytoplanktontrekk i 1941. På »Virgo«s tokter i 1940 ble det imidlertid tatt trekk med håv 25/40 fra 50 til 0 m. Tabell 3 viser mengde av fytoplankton fra dette tokt, i cm³ og målt i vann etter at alle grovere organismer var frasilt gjennom duk nr. 0. Under mengdeangivelsen kommer for hver stasjon en liste over hovedinnholdet, slik at det som det forekommer mest av, er satt øverst. En strek over listen betegner at det som står under streken er ubetydelig i mengde i forhold til det som står over streken. Nederst følger en angivelse av det antall sildelarver uten blommesekk som ble fanget i vertikaltrekkene med håv 8/72.

Det fremgår av tabellen at på det første av »Virgo«s tokter — altså til utgangen av april — var det diatomeer som utgjorde den største del av fytoplanktonet. Den overveiende del utgjordes av *Skeletonema costatum*, fulgt av *Chaetoceras* og *Coscinodiscus*-arter. På »Virgo«s annet tokt, 14 dager senere, er forholdet forandret så at man nå bare har diatoméene nederst på listene. Det som nå dominerer er calanidernes larvestadier. Først og fremst larvestadier av *Calanus finmarchicus*, men

dessuten forekommer også nauplier og cyprisarver av den alminnelige rur *Balanus balanoides*. Også peridineer dominerer på et par stasjoner. Ellers fremgår det av tabellen at nauplier av calanider og av *Balanus* forekommer på alle steder, hvor sildelarver er blitt fanget. Det vil si at de ikke bare fantes på de samme steder, men også på de samme dybder som sildelarvene. Den absolutte mengde av fytoplanton ser ikke ut til å spille så stor rolle. På stasjon 4 hvor mengden er størst er der få sildelarver, men man ser også at planktonet her nesten utelukkende utgjøres av den vegetabiliske del.

Både materialet fra planktontrekkene og iakttakelsene fra akvarieforsøkene synes å tyde på at sildelarvenes første næring er av dyrisk art, og at planteføde alene ikke er tilstrekkelig. At sildelarvene fanget og spiste nauplier av *Artemia* og *Balanus* allerede før blommesekken var resorbert, er tidligere nevnt. At larvene også fra første stund er tilpasset dyrisk næring, tyder enn videre deres fangstbevegelser på, for deres »sprang« etter byttet ville være helt overflødig og uforklarlig om føden utelukkende var av vegetabilisk natur. At det var synet som spilte den største rolle ved fangsten av føde fremgikk tydelig nok under akvarieforsøkene. På annen måte kan det ikke forklares at larvene fanger og sluker en mengde ting som blir budt dem når det bare har den rette størrelsesorden som luftblærer og uklekkete egg av *Artemia salina*. Dette er ting som dels skader larvene, dels er utjenlige som næring. Fra håvtrekkene kan det så legges hertil egg av calanider, fremfor alt egg av *Calanus finmarchicus*. At det dessuten opptrer innhold av det såkalte »Green food remains« i larvenes tarm både i akvariene, om der er tilgang på slikt, og i sjøen, er forlengst konstatert. Men akvarieforsøkene synes å tyde på at larvene ikke kan leve av dette alene og at det er noe larvene opptar mer eller mindre passivt under sin fart gjennom vannet. Sildelarvenes underkjeve kan ikke lukkes i den første tid og det synes uundgåelig af finere plankton derved av seg selv må komme inn i munnhulen. Fangstbevegelser ble i hvert fall aldri iakttatt hos de sildelarver som utelukkende ble foret med alger og som siden viste seg å ha meget av »Green food remains« i tarmen.

Betingelsen for at sildelarvene skal overleve det kritiske stadium ser altså ut til å være at de får anledning til å gjøre et tilstrekkelig antall »sprang« etter dyrisk føde i tidsenheten, det vil si at der i det vann de oppholder seg i den tid da den siste del av blommemassen blir resorbert, finnes en tilstrekkelig tetthet av dyriske næringsorganismer. Disse organismer synes å være: for det første egg og nauplier av calanider — i første rekke av *Calanus finmarchicus* — og nauplier av *Balanus balanoides*. Senere fanges calanidernes copepoditstadier og appendicularier.

Tabell 3.

St.	1	2	3	4	6	7
Dat.	27 - III	28 - III	28 - III	29 - III	14 - IV	14 - IV
cm ³	1,2	1,4	2,5	3,0	0,7	1,3
	<i>Diatomeer</i> (<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceras</i> <i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	<i>Diatomeer</i> (<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceras</i> <i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	<i>Diatomeer</i> (<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceras</i> <i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	<i>Diatomeer</i> (<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceras</i> <i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i> <i>Peridinium</i> <i>Dinophysis</i>)	<i>Balanus b.</i> (<i>Cyprislarver</i> <i>Nauplier</i>)
	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratium</i>)	<i>Nakne</i> <i>Protozoer</i> <i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>)	<i>Nakne</i> <i>Protozoer</i> <i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i> <i>Balanus</i>)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>)	<i>Cal. Fin.</i> (II og III)	<i>Frittilaria</i> <i>Peridineer</i> (<i>Peridinium</i> <i>Dinophysis</i>)
	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i> <i>Balanus</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Cal. Fin.</i> <i>Balanus</i>)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>) <i>Frittilaria</i>	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i> <i>Balanus</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i> <i>Balanus</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i>)
	<i>Frittilaria</i>	<i>Tintinner</i>				
	<i>Nakne</i> <i>protozoer</i> Egg av <i>Calanider</i>	<i>Frittilaria</i>	Egg av <i>Calanider</i>		<i>Frittilaria</i> <i>Nakne</i> <i>Protozoer</i>	<i>Diatomeer</i> (<i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)
Larv.	2	3	73	2	2	1

Det lys som sildelarvene synes å foretrekke etter at blommesekken er resorbert ligger både etter akvarieforsøkene å dømme og etter hva det kan sees av planktontrekkene i det lysområde som i alminnelighet betegnes som tussmørke og som spenner over et område fra 5 til 500 meterlys. I fig. 15 gjengis en figur etter F. S. RUSSEL som viser kurvene for samme lysintensiteter under overflaten i løpet av et døgn. Dybdene er avsatt i meter og klokkeslettet over linjen som betegner overflaten. Beregningen er gjort fra lysintensiteten i luften på en skyløs dag. (5. juni 1930). Vannets absorpsjonskoeffisient er satt til 0,2 for alle dybder og lystapet ved refleksjon til 15 %. Det sorte område motsvarer de lysintensiteter som alminnelig oppfattes som mørke. Det prikkete område motsvarer tussmørke. Dette strekker seg fra omtrent 20 meter til vel 50 meters dybde midt på dagen. Som det fremgikk av oversikten for vertikaltrekkene ble alle fangster av sildelarver gjort i trekk fra

St.	8	9	10	11	12	13
Dat.	15 IV	18 - IV	18 - IV	19 - IV	20 - IV	20 - IV
cm ^a	1,4	0,3	0,7	0,7	0,8	0,7
	<i>Cal. Fin.</i> (III—IV) (<i>Nauplier</i>)	<i>Cal. Fin.</i> (II—III) <i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>) <i>Cal. Fin.</i> (II—III)	<i>Cal. Fin.</i> (II—III) (<i>Nauplier</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i>)	<i>Cal. Fin.</i> (II—IV)
	<i>Balanus B.</i> (<i>Nauplier</i>)	<i>Balanus B.</i> (<i>Nauplier</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i>) <i>Balanus</i>	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>) <i>Frittilaria</i>	<i>Calanider</i> (II—IV)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>)
	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>)	<i>Frittilaria</i>	<i>Balanus</i> (<i>Cyprisl.</i>)	<i>Balanus B.</i> (<i>Cyprisl</i>) (<i>Nauplier</i>)	<i>Peridineer</i> (<i>Ceratier</i>) <i>Frittilaria</i>	<i>Balanus B.</i> (<i>Nauplier</i>)
	<i>Diatomeer</i> <i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>) <i>Frittilaria</i>		<i>Diatomeer</i> (<i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	Egg av <i>Calanider</i>	<i>Diatomeer</i> (<i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)	<i>Nauplier</i> (<i>Calanider</i>) <i>Diatomeer</i> (<i>Coscinodis-</i> <i>cus</i>)
Larv.	0	9	4	1	0	0

75 meters dybde til overflaten, og størsteparten fra 50 til 0 m. Videre ble det aldri tatt sildelarver i overflaten om dagen i sollys eller i det hele ved klar himmel, skjønt vertikaltrekkene viste at der var larver tilstede lengere nede i sjøen. Om natten eller ved overskyet himmel ble det derimot fanget meget sildelarver i overflaten. Det blir altså vannlagene i de øverste 50—60 meter som må være rike på den omtalte næring for at sildelarvene skal leve opp. Dette behøver ikke å være vannlagene over gytefeltene. Sildelarvene har siden de slapp ut av eggene vært utsatt for strømmen og oftest ført langt avsted fra det sted de ble klekket innen blommemassen er resorbert. Stort sett vil denne transport av larver som tidligere omtalt foregå nordover langs kysten. Men ved siden av kyststrømmen nordover må også strømmen i fjordene og herunder tidevannsstrømmen være av stor betydning for larvenes transport. Av de strømberegninger som er utført av fiskeridirektoratets oceano-

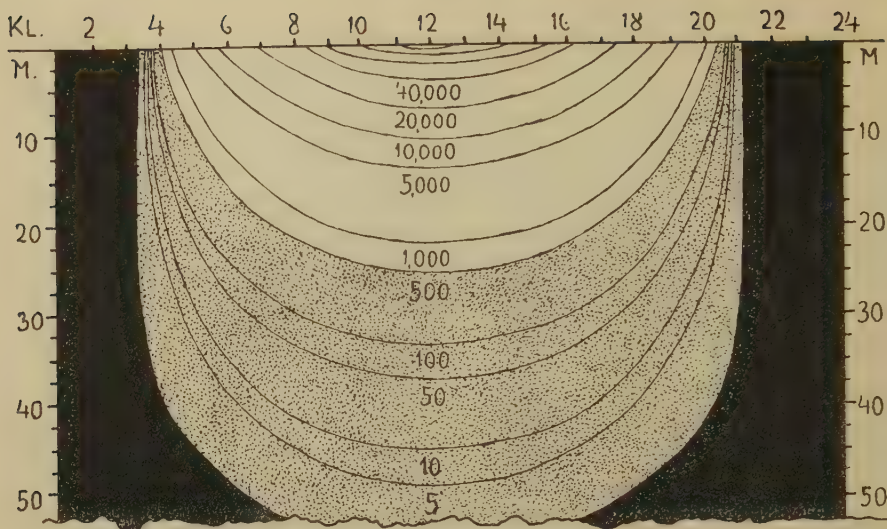


Fig. 15. Kurver fra samme lysintensitet under havflaten gjennom døgnet. Beregnet fra intensiteten i luften en dag med klar himmel. Vannets absorpsjonskoeffisient er satt til 0,2 for alle dybder og lystapet ved refleksjon til 15 %. Det helt sorte område motsvarer hva som oppfattes som mørke, og det prikkete motsvarer det som oppfattes som «tusmørke». (Etter F. S. Russel.)

Submarine illumination as function of depth and hour, on a day with clear sky. The absorption coeff. of the water assumed to be 0,2, and the loss by reflexion 15 %. The black area corresponds to what is perceived as «darkness» and the dotted area to twilight conditions. (From F. S. Russel.)

grafiske avdeling på grunnlag av de observasjoner som ble gjort i Bømmelfjorden under »Vons» tokt den 22. februar og 29.—30. mars 1941 fremgår det at vannlagene i de øverste 75 meter var istand til å forårsake transport av sildelarvene så vel inn som ut fjorden. Å skaffe nærmere rede på strømmens transport av sildelarvene må være den neste oppgave for disse undersøkelser. Men så meget kan sies at på en eller annen måte må den virke slik at en stor del av sildelarvene i løpet av våren og forsommeren blir transportert fra gytefeltene inn i fjordene hvor de ut på sommeren etter metamorfosen plutselig kommer tilsyne som krill eller mussa.

For å skaffe nærmere opplysning om dette ble der om våren 1941 innledet samarbeide med cand. real WIBORG om planktonundersøkelser i Nordåsvannet ved Bergen. Nordåsvannet som finnes avsatt på kartskissen i fig. 2 står bare ved et smalt utløp ved Strømme, som munner ut ved Dolviken, i forbindelse med Vatløstraumen og sjøen utenfor. Nordåsvannet er sterkt brakt i overflaten og er islagt hele vinteren. Et stykke innenfor Strømme går der dessuten en terskel tvers over

utløpet. Dybdene er over denne terskel ikke større enn 15—20 meter og dette medfører at der innenfor terskelen i alminnelighet er et høyt svovlvannstoffinnhold i vannet fra 20 meters dybde av og nedover. Den 16. mai 1941 lå forholdene på en stasjon midt i vannet slik an:

0 m	25,098	‰ Na.Cl.	Ingen lukt av H ₂ S.
2 »	29,779	—	—
10 »	30,820	—	—
15 »	31,257	—	Svak lukt av H ₂ S.
25 »	31,381	—	Sterk lukt av H ₂ S.
50 »	31,381	—	—
79 »	31,381	—	—

Under hele våren, sommeren og høsten 1941 ble det tatt vertikal-trekk fra langt nede i svovlvannstofflaget til overflaten med håv 8/72 på tre forskjellige steder i Nordåsvannet. Dessuten ble der også tatt horisontaltrekk med en mindre håv over lengere strekninger. Der ble aldri fanget sildelarver i noen av disse trekk. Ut på midtsommeren opptrådte der allikevel mengder av kril i vannet. De holdt seg ut over hele høsten, og ved fangst kunne det konstateres at det virkelig var et halvt år gamle ungsild det dreiet seg om. Siden det aldri ble fanget sildelarver i vertikaltrekkene må disse ungsild først være kommet inn i Nordåsvannet med flo- og fjærestømmen på et så sent stadium at de hadde egenbevegelse nok til å sky unda for håven når den passerte opp gjennom vannlagene. Noen gytning av sild i Nordåsvannet må man, etter det som tidligere er anført, gå ut fra ikke finner sted.

LITTERATURFORTEGNELSE.

- BJERKAN, P.: Brislingens og sildens egg og larvestadier. Norsk fiskeritidende. Bergen 44. 1925.
- DANNEVIG, HARALD: On the hatching operations at Dunbar marine hatchery during the spring season 1895. Scotland Fishery Board. 13. Report.
- EGGVIN, J.: The Movements of a Cold Water Front. Rep. Norw. Fish. Mar. Inv. Vol. VI. No. 5. 1940.
- FORD, E.: The transition from larvae to adolescent. Journ. Mar. Biol. Ass. Plymouth. 16. 1930.
- FULTON, T. W.: On the growth and age of the herring. Glasgow. Rep. Fish. Board. 24. 1906.
- HARDY, A. C.: The Herring in Relation to its animate Environment I. Min. Agric. Fish. London. Fish. Invest. Ser. II. No. 3. 1924.
- The Herring in Relation to its animate Environment II. Fish. Invest. London. (2). 8. 1926.
- HØGLUND, H.: Über die horisontale und vertikale Verteilung der Eier und Larven des Sprotts im Skagerak und Kattegatgebiet. Svenska hydr.-biol. komm. skrifter. Serie Biologi. Bd. II. 1939.
- JESPERSEN, P.: Investigations on the food of the herring in danish waters. Medd. kom. havunders. Serie Plankton. Bd. II. 1928.
- JOHANSEN, A. C.: On the diurnal vertikal movements of the young of some fishes in Danish waters. Medd. havunders. Kjøbenhavn. 8. (2) 1925.
- JOHANSEN, A. C. and KROGH, A.: The influence of temperature and certain other factors upon the rate of development of the eggs of fishes. Publications de Circonstance. No. 68. 1914.
- KOTTHAUS, A.: Zuchtversuche mit Herringslarven. Helgol. Wiss. Meeresuntersuchungen. Band 1. Heft 3. 1939.
- KUPFFER, C.: Die Entwicklung des Herings im Ei. 1877.
- Ueber Laichen und Entwicklung des Herings in der westlichen Ostsee.
- LEA, E.: Den norske silds livshistorie i brede trekk og kort fortalt. Norsk fiskeritidende. Bergen. 48. 1929.
- LEBOUR, M.: The Food of young Fishes. The Food of postlarval Fish M.m. Journ. Mar. Biol. Ass. Plymouth. 1918. 1919. 1920. 1921. 1924. 1934.
- LISSNER, H.: Die Nahrungsaufnahme beim Herring. Ber. Deutsch. Wiss. komm. Meeres. Berlin. N. F. I. 1925.
- MARSHALL, S. M., NICKOLLS & ORR: On the growth and feeding of the larval and postlarval stages of the Clyde herring. Journ. Mar. Biol. ass. Plymouth. N. S. 22. 1937.
- MIELK, W.: Herringslarven, Eier und Larven anderer Fische, mm. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeres. Berlin. N. F. I. 1925.
- MOSBY, O.: De vestlandske fjordes hydrografi. III. Bergens Museums årbok 1930.

- REIBISCH, J.: Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklung von Fisch-Eiern. Wiss. Meeres. Biol. Anst. Helgoland. N. F. Band. 6. 1902.
- RUNNSTRØM, S.: The pelagic distribution of the herring larvae in the Norwegian waters. Rapp. Cons. Expl. Mer. Copenh. 88. (3) 1934.
- RUSSEL, F. S.: The vertical Distribution of Marine Macroplankton IX. Journ. Mar. Biol. Ass. Plymouth. N. S. Vol. 16. 1930.
- SOLEIM, P.: Rauåten og sildelarvene i den nordostlige Nordsjø i april 1937. Fiskerid. skrifter. Vol. VI. No. 1.
- Sildelarvene på vårsildfeltet. Fisken og havet 1940. Fiskerid. skrifter. Vol. VI. No. 4. 1940.
- WIBORG, K. F.: The production of zooplankton in the Oslo fjord in 1933—1934. Hvalrådets skrifter. Nr. 21.
-

Summary.

Causes of rich and poor Year-classes of Herring.

This paper continues RUNNSTRØMS investigation on herring larvæ during 1932—35 and is based on material obtained by hatching artificially fertilized eggs as well as on plankton material from the West Coast during late winters.

In a preliminary account of the work (1940) the author pointed out that the artificially bred larvæ as well as those found in the sea went through a »critical stage« when the yolk was consumed, and that the greater number of the larvæ were unable to survive this dangerous epoch. This stage was described in detail and the cause of the great mortality ascribed to lack of suitable food. It was furthermore pointed out from experience gained by tow-netting that the herring larvæ were not encountered at the surface in sunshine but only at some depth. By measuring many hundreds of larvæ it was found that the critical stage occurred about the end of March.

In the present paper the experiments with fertilizing and hatching of the eggs and feeding of the larvæ are treated in more detail.

The salinity was found to be unimportant within the range 22,17—33,57 per mille. The influence of temperature investigated more closely and it was found that the biological zero-point of the herring egg is situated at approx. -1.2° C, and that the product of the time and the average temperature (counted from the *biol.* 0-point) was nearly constant in all hatching experiments, the latest as well as those made in earlier years.

It was furthermore found that light is of great importance for the act of feeding of the larvæ. Contrary to earlier conceptions it was found that a vegetarian diet alone was unable to keep the larvæ alive in early life. It was observed that the larvæ, provided suitable illumination, were catching and eating barnacle-nauplii (*Balanus balanoides*) and those of the »brine shrimp« (*Artemia salina*) even before the yolk was completely used up. Such food enable the larvæ to be kept a long time beyond the critical stage.

Tow-nettings in the later years corroborate the findings mentioned above, that the larvæ avoid direct sunshine and keep to a twilight zone

In the period succeeding the great reduction in the number of larvæ found in the plankton, great quantities of dead and semi-dissolved herring larvæ appeared in the catches and in these place the sea was exceptionally poor in nauplii. In other catches it appeared that eggs and nauplii of copepods (above all of *Calanus finmarchicus*) most commonly are found as the first gut-content of the herring larvæ, along with remains of diatoms.

The later spreading and transport of the herring fry takes place both northwards along the coast with the coastal stream and into the fjords by means of the tidal currents. Investigations in the little landlocked fjord Nordåsvannet (near Bergen) from spring to autumn 1941 showed the occurrence of herring fry but only after it had passed through its metamorphosis into »whitebait« which must have been carried into the fjord by the very strong tidal current through the narrow entrance.
